

Performa Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 With Routing EIGRP for IPv6

Firmansyah¹⁾, Rachmat Adi Purnama²⁾, Anton³⁾, Rachmawati Darma Astuti⁴⁾

¹⁾ Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri
Jl. Raya Jatiwaringin No.2, RT.2/RW.13, Cipinang Melayu, Makasar, East Jakarta City, Jakarta

¹⁾ firmansyah.fmy@nusamandiri.ac.id

^{2), 4)} Teknologi Komputer, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No.98, RT.2/RW.9, Kwitang, Kec. Senen, Kota Jakarta Pusat, Jakarta

²⁾ rachmat.rap@bsi.ac.id, ⁴⁾ rachmawati.rcd@bsi.ac.id

³⁾ Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Nusa Mandiri
Jl. Raya Jatiwaringin No.2, RT.2/RW.13, Cipinang Melayu, Makasar, East Jakarta City, Jakarta

³⁾ anton@nusamandiri.ac.id

Abstrak

Pengalokasi IP Address versi 4 (IPv4) yang mulai menipis berjalan secara beriringan dengan semakin meningkatnya kebutuhan dunia teknologi informasi. Untuk memenuhi permintaan dari penggunaan IP Address, maka diterapkanlah Internet Protocol version 6 (IPv6). Hadirnya IPv6 diharapkan menjadi sebuah solusi dari permasalahan yang dihadapi oleh IPv4 seperti permasalahan terbatasnya alokasi IP Address dan keamanan jaringan komputer. Pengimplementasian IP Address didalam jaringan komputer tidak lepas dari adanya protokol routing. Routing protocol Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) pun ikut berkembang dengan adanya penggunaan IPv6 menjadi EIGRP for IPv6 (EIGRPv6). Perkembangan jaringan haruslah mempertimbangkan faktor Quality of Service (QoS) di dalamnya. Hot Standby Router Protocol (HSRP) IPv6 hadir untuk memastikan layanan jaringan dapat berjalan dengan maksimal dan stabil saat terjadinya link failure pada layanan jaringan. HSRP IPv6 mampu mengoptimalkan packet loss saat terjadinya redundancy dengan nol (0) packet loss, serta redundancy time yang dibutuhkan saat terjadinya redundancy dari router active menuju router standby 10 second dan router standby menuju router active 26,2 second

Kata kunci: EIGRP, EIGRP for IPv6, Hot Standby Router Protocol (HSRP), Redundancy

Abstract

Allocators of IP Address version 4 (IPv4) which are starting to thin out go hand in hand with the increasing needs of the world of information technology. To meet the demand for the use of an IP address, the Internet Protocol version 6 (IPv6) was implemented. The presence of IPv6 is expected to be a solution to the problems faced by IPv4 such as the problem of limited IP address allocation and computer network security. The implementation of IP addresses in computer networks cannot be separated from the routing protocol. The Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) routing protocol also developed with the use of IPv6 to EIGRP for IPv6 (EIGRPv6). Network development must consider the Quality of Service (QoS) factor in it. IPv6 Hot Standby Router Protocol (HSRP) is here to ensure network services can run optimally and stably when a link failure occurs on network services. IPv6 HSRP is able to optimize packet loss when redundancy occurs with zero (0) packet loss, as well as redundancy time required when redundancy occurs from active router to 10 second standby router and standby router to 26.2 second active router.

Keywords: EIGRP, EIGRP for IPv6, Hot Standby Router Protocol (HSRP), Redundancy

1. PENDAHULUAN

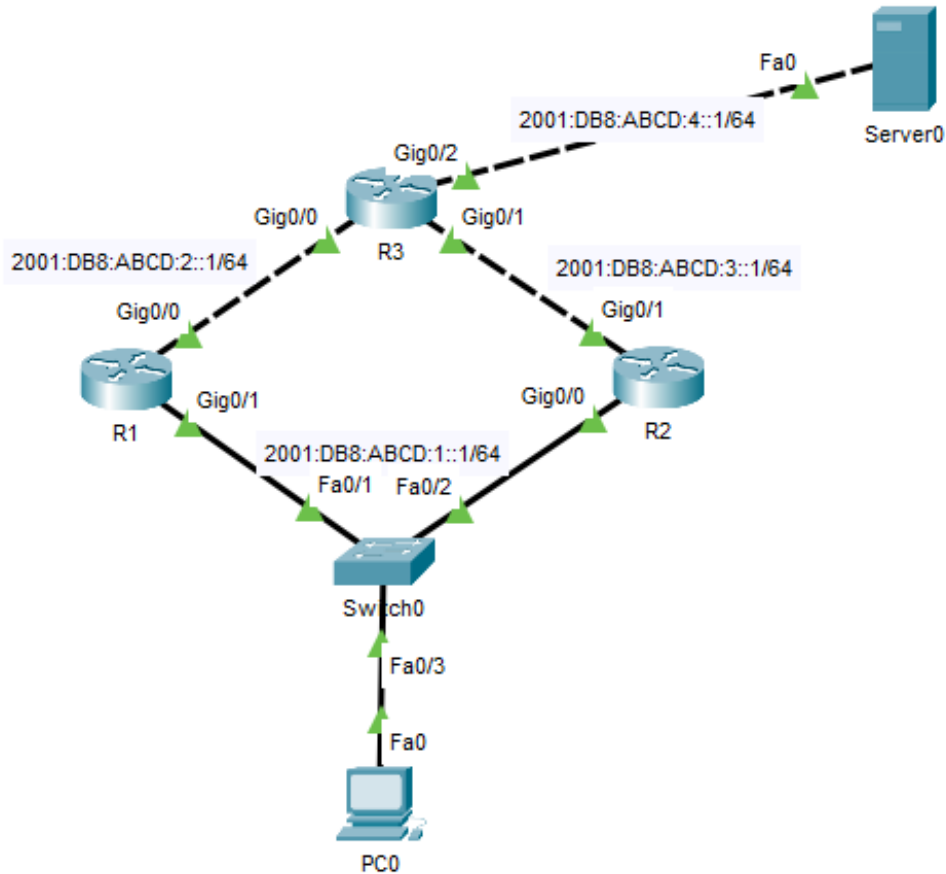
Semakin meningkatnya permintaan alokasi IP Address saat ini, maka semakin sedikit pula jumlah dari alokasi IP Address yang tersedia khususnya alokasi penyediaan IPv4. Untuk memenuhi permintaan dari penggunaan IP Address, maka diterapkanlah Internet Protocol version 6 (IPv6) ataupun protokol internet yang telah disepakati sebagai teknologi next-generation Internet [1] [2] [3] untuk memenuhi kebutuhan IP Address jangka Panjang [4]. Hadirnya IPv6 dianggap sebagai sebuah solusi untuk berbagai permasalahan yang dihadapi oleh IPv4 seperti permasalahan terbatasnya alokasi IP Address dan keamanan jaringan komputer [5] [6]. Pertukaran IP Address didalam jaringan komputer tidak lepas dari adanya protokol routing. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) pun ikut berkembang dengan adanya penggunaan IPv6 menjadi EIGRP for IPv6 (EIGRPv6) [7]. Konsep routing EIGRPv6 dirancang sedemikian baiknya agar mampu *handle* table routing yang sangat besar dan lebih efisien dibanding EIGRP sebelumnya.

Didalam sebuah layanan jaringan komputer yang terus berkembang, layanan terhadap kualitas jaringan haruslah dipertimbangkan sebaik mungkin. Sebuah jaringan berbasis *redundancy* adalah sistem jaringan yang digunakan untuk melakukan *backup* jaringan jika terjadi sebuah permasalahan pada jaringan serta untuk mengantisipasi gangguan dalam kasus kegagalan perangkat jaringan khususnya permasalahan pada jaringan lokal yang terkoneksi langsung menggunakan alamat gateway [8]. Kegagalan transfer paket data didalam sebuah jaringan menjadi sebuah ancaman yang begitu besar. Penyedia jaringan, operator jaringan, dan produsen peralatan jaringan, telah menargetkan ketersediaan jaringan hingga 99,999% yang berarti jaringan hanya diperbolehkan mengalami gangguan selama 5 menit dalam satu tahun [9]. Untuk melakukan antisipasi kegagalan jaringan yang disebabkan oleh kegagalan link maupun beban traffic yang begitu padatnya dan untuk menjaga kestabilan didalam jaringan diterapkanlah protocol redundancy gateway [10] [11]. Hot Standby Router Protocol (HSRP) merupakan protokol favorit dari cisco dikarenakan mampu menjalankan banyak router secara bersamaan dan protocol HSRP merupakan salah satu sebuah solusi dari Cisco Proprietary [12] [13].

Pada penelitian sebelumnya, HSRP menggunakan IPv4 ketika terjadi perpindahan akses dari *master to backup*, *packet loss* yang didapat selama analisa penulisan ini sebesar 2 *packet loss* dari total *packet receiver* dan redundancy dari router backup menuju router master memiliki rata-rata packet loss sebesar 0.7 packet [2]. Sedangkan pada penelitian lainnya, konsumsi bandwidth hello packets HSRP dengan ukuran 62 Byte dalam konsumsi byte/second [14]. Pada penelitian lainnya didapatkan hasil bahwa tingkat kegagalan perangkat tidak akan mempengaruhi jaringan dan HSRP mampu melakukan redundancy dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dua protocol lainnya saat terjadi link failure [15].

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian Performa Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 With Routing EIGRP for IPv6, peneliti menggunakan Software simulasi cisco packet tracer yang diimplementasikan dengan tiga (3) buah perangkat router dengan konfigurasi IPv6 untuk membangun routing protocol EIGRP IPv6 dan Redundancy HSRP IPv6. Terlihat pada gambar 1 merupakan topologi yang digunakan di dalam penelitian Performa Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 With Routing EIGRP for IPv6. Pengimplementasian jaringan dengan menggunakan tiga (3) perangkat router yang diimplementasikan menggunakan protocol routing EIGRP IPv6 dan dua (2) router diantaranya yaitu R1 dan R2 akan mengimplementasikan Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6. Nantinya ketika client akan melakukan transfer lalu lintas paket data akan melewati R1 terlebih dahulu dan akan berpindah ke R2 jika terjadi *link failure* pada R1.



Gambar 1. Skema jaringan

Pengimplementasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 With Routing EIGRP for IPv6 dikatakan berhasil jika:

- Semua perangkat jaringan baik router, client maupun server dapat saling terkoneksi satu dengan lainnya, hal ini untuk menunjukkan hasil pengimplementasian routing EIGRP IPv6 didalam jaringan dapat berjalan.
- R1 akan berstatus active dan R2 akan berstatus standby jika jaringan tidak mengalami gangguan ataupun link failure. Maka, jika client akan melakukan transfer paket data menuju ke server akan diarahkan menuju R1.
- R2 akan berstatus active dan R1 akan berstatus standby jika jaringan mengalami gangguan ataupun link failure maka status router active akan dialihkan secara otomatis untuk melakukan backup terhadap layanan jaringan. Maka, jika client akan melakukan transfer paket data menuju ke server akan diarahkan menuju R2.
- Dan status router active akan dikembalikan secara otomatis ke R1 jika kegagalan jaringan pada R1 telah diperbaiki.

3. PEMBAHASAN

3.1 Skenario Simulasi

Untuk melakukan Analisa Performa Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 With Routing EIGRP for IPv6 penulis menggunakan skema jaringan yang terdapat pada gambar 1. Dimana terdapat tiga (3) buah perangkat router yang diimplementasikan protocol routing EIGRP IPv6 untuk mendukung layanan routing pada jaringan Link Hot Standby Router Protocol IPv6. R1 dan R2 akan diimplementasikan HSRP IPv6 pada interface GigabitEthernet0/1 pada R1 dan interface GigabitEthernet0/0 pada R2. Serta PC0 yang akan digunakan untuk melakukan uji

konektifitas terhadap layanan HSRP IPv6 dari PC0 menuju Server. Skenario simulasi akan melakukan pengujian terhadap layanan jaringan dari Client menuju Server. Terdapat beberapa skenario pengujian di dalam penelitian ini, diantaranya melakukan uji konektifitas performa HSRP IPv6 dengan failover untuk mendapatkan hasil packet loss saat terjadinya redundancy link dari R1 menuju R2 ataupun R2 menuju R1, serta untuk mendapatkan delay time saat terjadinya redundancy HSRP IPv6.

Tabel 1. Spesifikasi IP Address

Perangkat	Interface	IP Address
Server	NIC	2001:DB8:ABCD:4::2/64
R3	G0/2	2001:DB8:ABCD:4::1/64
	G0/1	2001:DB8:ABCD:3::2/64
	G0/0	2001:DB8:ABCD:2::2/64
R2	G0/1	2001:DB8:ABCD:3::1/64
	G0/0	2001:DB8:ABCD:1::2/64
Virtual IP	HSRP	FE80::5:73FF:FEA0:1
R1	G0/1	2001:DB8:ABCD:1::1/64
	G0/0	2001:DB8:ABCD:2::1/64
Virtual IP	HSRP	FE80::5:73FF:FEA0:1
Client	NIC	2001:DB8:ABCD:1::10/64

Berdasarkan Tabel 1, dapat dijelaskan bahwa penggunaan alokasi IPv6 diimplementasikan terhadap semua interface yang terhubung langsung dengan router ataupun dengan jaringan lokal (LAN). Virtual IP HSRP yang terdapat di dalam R1 dan R2 akan digunakan oleh Client sebagai alokasi alamat gateway guna pengimplementasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 di dalam penelitian ini. Jika client menggunakan alokasi gateway 2001:DB8:ABCD:1::1/64 maka lalu lintas jaringan secara keseluruhan akan melalui R1 saja, jika client menggunakan alokasi gateway 2001:DB8:ABCD:1::2/64 maka lalu lintas jaringan akan menuju R2 secara keseluruhan. Untuk mendukung pengimplementasi HSRP menggunakan IPv6, client haruslah menggunakan Virtual IP FE80::5:73FF:FEA0:1 sebagai alokasi gateway-nya.

3.2 Konfigurasi HSRP IPv6

Untuk melakukan pengimplementasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 terhadap R1 terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan. Seperti penggunaan standby version 2 yang digunakan dalam HSRP IPv6 dan standby 1 ipv6 autoconfig terlihat pada gambar 2.

```
standby version 2
standby 1 ipv6 autoconfig
standby 1 priority 110
standby 1 preempt
standby 1 track GigabitEthernet0/1
```

Gambar 2. Konfigurasi HSRP IPv6 R1

```
R1#sh standby br
P indicates configured to preempt.
|
Interface  Grp  Pri P State  Active          Standby          Virtual IP
Gig0/1     1    110 P Active local          FE80::230:A3FF:FE7E:8B01FE80::5:73FF:FEA0:1
```

Gambar 3. Show Standby Brief R1

Gambar 2 menjelaskan perintah yang digunakan untuk mengaktifkan fitur HSRP IPv6 didalam interface GigabitEthernet 0/1 dengan memberikan prioritas yang lebih tinggi dibandingkan dengan R2. Hal ini akan membuat R1 dengan status HSRP Active, terlihat pada gambar 3.

Langkah selanjutnya setelah melakukan pengimplementasian terhadap R1 ialah melakukan pengimplementasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 terhadap R2 dengan memberikan nilai prioritas yang lebih kecil dibandingkan dengan prioritas pada R1, terlihat pada gambar 4.

```
standby version 2
standby 1 ipv6 autoconfig
standby 1 priority 105
standby 1 preempt
standby 1 track GigabitEthernet0/0
```

Gambar 4. Konfigurasi HSRP IPv6 R2

```
R2#sh standby br
P indicates configured to preempt.
|
Interface  Grp  Pri P State  Active          Standby          Virtual IP
Gig0/0     1    105 P Standby FE80::20B:BEFF:FE4D:EB02local FE80::5:73FF:FEA0:1
```

Gambar 5. Show Standby Brief R2

Setelah pengimplemetasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 terhadap R1 dan R2. Terlihat pada gambar 3 dan gambar 5, masing-masing router akan memiliki state yang berbeda. R1 dengan State Active yang artinya menjadi prioritas di dalam lalu lintas tranfer paket data di dalam layanan jaringan komputer, sedangkan R2 dengan state standby yang berarti router tersebut akan menjadi backup dari lalu lintas tranfer paket data jika terjadi *link failure* pada R1.

3.3 EIGRP for IPv6

Pengimplementasian protocol Routing EIGRP for IPv6 haruslah diaktifkan terlebih dahulu dengan menggunakan perintah “ipv6 unicast routing” pada masing-masing router yang akan mengimplementasikan routing IPv6. Melihat pada gambar 6 dan gambar 7 merupakan hasil konfigurasi routing protocol eigrp ipv6 pada R1 terlihat terdapat dua (2) code “D” ataupun yang berarti sudah aktifnya protocol routing eigrp pada R1.

```
R1#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDR - Redirect
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
C   2001:DB8:ABCD:1::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, directly connected
L   2001:DB8:ABCD:1::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, receive
C   2001:DB8:ABCD:2::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, directly connected
L   2001:DB8:ABCD:2::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, receive
D   2001:DB8:ABCD:3::/64 [90/3072]
    via FE80::200:CFF:FE78:8401, GigabitEthernet0/0
D   2001:DB8:ABCD:4::/64 [90/5376]
    via FE80::200:CFF:FE78:8401, GigabitEthernet0/0
L   FF00::/8 [0/0]
    via Null0, receive
```

Gambar 6. Show IPv6 Route

Dijelaskan pada gambar 6 merupakan hasil pengimplementasi protocol routing EIGRP IPv6, terlihat R1 memiliki 7 Tabel routing baik yang terhubung secara local dengan symbol “L”, dan menggunakan protocol routing EIGRP dengan symbol “D”. R1 memiliki dua (2) network hop-

count yang terhubung dan telah masuk ke dalam table routing-nya, yaitu IPv6 2001:DB8:ABCD:3::/64 dan 2001:DB8:ABCD:4::/64 melalui interface GigabitEthernet0/0.

```
R1#sh ipv6 eigrp topology
IPv6-EIGRP Topology Table for AS 1/ID(1.1.1.1)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 2001:DB8:ABCD:1::/64, 1 successors, FD is 5120
   via Connected, GigabitEthernet0/1
P 2001:DB8:ABCD:2::/64, 1 successors, FD is 2816
   via Connected, GigabitEthernet0/0
P 2001:DB8:ABCD:3::/64, 1 successors, FD is 3072
   via FE80::200:CFF:FE78:8401 (3072/2816), GigabitEthernet0/0
   via FE80::230:A3FF:FE7E:8B01 (5376/2816), GigabitEthernet0/1
P 2001:DB8:ABCD:4::/64, 1 successors, FD is 5376
   via FE80::200:CFF:FE78:8401 (5376/5120), GigabitEthernet0/0
```

Gambar 7. Show IPv6 eigrp topology

3.4 Uji Konektifitas Failover Packet Loss Redundancy HSRP

Pengujian yang pertama kali dilakukan adalah melakukan pengujian terhadap konektifitas jaringan HSRP IPv6 dengan cara melakukan *link failure* terhadap *interface* R1 untuk memastikan bahwa R1 sebagai router *active* dan R2 sebagai router *standby*. Hasil yang didapatkan ketika terjadinya redundancy failover dari R1 menuju R2 terdapat packet loss dengan rata-rata nol (0) packet loss dengan time average sebesar 0.2ms dengan time max sebesar 96ms dan time min 0ms dari lima (5) kali hasil pengujian, terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. HSRP Packet Loss Redundancy Failover (Active to Standby)

No	Packet Send	FE80::5:73FF:FEA0:1 HSRP				
		Packet Receiver	Packet Loss	Time Min (ms)	Time Max (ms)	Time Average (ms)
1	325	325	0	0	96	1
2	432	432	0	0	18	0
3	567	567	0	0	21	0
4	643	643	0	0	19	0
5	852	852	0	0	18	0
	563.8	563.8	0	0	34.4	0.2

Tabel 3. HSRP Packet Loss Redundancy Failover (Standby to Active)

No	Packet Send	FE80::5:73FF:FEA0:1 HSRP				
		Packet Receiver	Packet Loss	Time Min (ms)	Time Max (ms)	Time Average (ms)
1	325	325	0	0	17	0
2	432	432	0	0	13	0
3	567	567	0	0	21	0
4	643	643	0	0	19	0
5	852	852	0	0	18	0
	563.8	563.8	0	0	17.6	0

Pengujian selanjutnya adalah melakukan pemulihan akses terhadap R1. Hal ini akan berakibat terjadinya redundancy link dari R2 menuju R1. Terlihat pada pada tabel 3 terdapat packet loss dengan rata-rata nol (0) packet loss dengan time average sebesar 0ms dengan time max sebesar 21ms dan time min 0ms dari lima (5) kali hasil pengujian. Packer loss saat terjadi redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 dari R1 menuju R2 ataupun dari R2 menuju R1 memiliki nilai yang sama besar yaitu nol (0) packet loss. Serta saat terjadinya redundancy dari R1 menuju R2 ataupun dari R2 menuju R1 memiliki Time Average yang sama yaitu sebesar 0ms.

No	Packet Send	8.8.8.8					No	Packet Send	8.8.8.8				
		Packet Receiver	Packet Loss	Time Min (ms)	Time Max (ms)	Time Average (ms)			Packet Receiver	Packet Loss	Time Min (ms)	Time Max (ms)	Time Average (ms)
1	34	34	0	33	120	57	1	34	34	0	31	209	77
2	37	37	0	31	62	48	2	37	36	1	38	312	88
3	35	35	0	32	70	49	3	35	35	0	31	83	49
4	40	40	0	34	81	48	4	40	39	1	36	76	48
5	82	82	0	37	64	43	5	82	81	1	32	74	52
6	110	110	0	35	78	44	6	110	109	1	31	83	48
7	117	117	0	26	64	51	7	117	117	0	40	84	54
8	212	212	0	27	66	49	8	212	211	1	31	81	51
9	223	223	0	33	61	50	9	223	222	1	33	72	44
10	256	256	0	29	67	53	10	256	255	1	32	76	48
	114.6	114.6	0	31.7	73.3	49.2		114.6	113.9	0.7	33.5	115	55.9

Sumber: [8]

Gambar 8. Packet Loss HSRP IPv4

Pengimplementasian Redundancy HSRP IPv6 lebih optimal dibandingkan dengan pengimplementasian HSRP menggunakan IPv4 jika dilihat dari packet loss dan time average saat terjadinya redundancy di dalam jaringan.

3.5 Uji Konektifitas Failover Redundancy Time

Uji konektifitas selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk mendapatkan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan failover dari router active menuju router standby. Pengujian yang pertama kali adalah melakukan pengujian link failure terhadap R1 (active) dan akses layanan jaringan akan dialihkan secara otomatis menuju R2 (standby) serta pengembalian akses layanan jaringan dari R2 menuju R1.

Tabel 4. HSRP Redundancy Time

Percobaan	Active to Standby (Second)	Standby to Active (Second)
Ke 1	13	33
Ke 2	8	33
Ke 3	9	28
Ke 4	10	18
Ke 5	10	20

Dijelaskan pada Tabel 4 merupakan waktu yang dibutuhkan saat terjadinya redundancy active to standby dari lima (5) kali pengujian memiliki waktu rata-rata sebesar 10 second dan waktu rata-rata yang dibutuhkan saat terjadinya redundancy dari standby to active memiliki waktu yang lebih lama dibandingkan redundancy active to standby yaitu sebesar 26,2 second.

3.6 Uji Konektifitas Fail Over Redundancy HSRP

Pengujian konektifitas jaringan yang selanjutnya adalah melakukan traceroute untuk mengetahui hop count yang terjadi saat jaringan berjalan dengan stabil. Pengujian dilakukan sebanyak dua (2) kali yaitu saat R1 berstatus active dan R2 berstatus standby serta ketika R1 berstatus standby dan R2 berstatus active.

```
C:\>tracert 2001:DB8:ABCD:4::2

Tracing route to 2001:DB8:ABCD:4::2 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    0 ms    2001:DB8:ABCD:1::1
  2  0 ms    0 ms    3 ms    2001:DB8:ABCD:3::2
  3  4 ms    12 ms   10 ms   2001:DB8:ABCD:4::2

Trace complete.
```

Gambar 9. Fail Over Redundancy HSRP Active R1

```
C:\>tracert 2001:DB8:ABCD:4::2

Tracing route to 2001:DB8:ABCD:4::2 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    0 ms    0 ms    2001:DB8:ABCD:1::1
  1  1 ms    0 ms    3 ms    2001:DB8:ABCD:1::2
  2  11 ms   14 ms   0 ms    2001:DB8:ABCD:1::2
  3  19 ms   12 ms   13 ms   2001:DB8:ABCD:3::2
  4   0 ms    3 ms   18 ms   2001:DB8:ABCD:4::2

Trace complete.
```

Gambar 10. Fail Over Redundancy HSRP Active R2

Dengan melakukan uji konektifitas menggunakan traceroute kita dapat melihat hasil hops count dari jaringan awal ke alamat tujuan. Dijelaskan pada gambar 8 merupakan hops count yang dilalui saat melakukan transfer paket data saat R1 (active) dapat digunakan dengan baik, maka hops count yang pertama kali dilalui adalah IPv6 2001:DB8:ABCD:1::1. Sedangkan, pada gambar 9 merupakan hasil hops count saat R1 mengalami link failure yang mengakibatkan terjadinya redundancy dari R1 menuju R2 atau active to standby maka hops count akan secara otomatis dialihkan menuju IPv6 2001:DB8:ABCD:1::2.

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil dari Analisa dan pembahasan yang telah penulis uraikan dapat disimpulkan bahwa:
- Redundancy packet loss HSRP IPv6 lebih baik dibandingkan packet loss yang terjadi pada HSRP IPv4 yaitu HSRP IPv6 memiliki nol (0) packet loss saat terjadinya redundancy dari router active menuju standby dan router standby menuju active. Sedangkan HSRP IPv4 memiliki 2 packet loss saat terjadinya redundancy dari router active menuju standby dan 0.7 packet loss saat terjadinya redundancy router standby menuju active.
 - Redundancy Time yang dibutuhkan saat terjadinya redundancy dari router active menuju router standby lebih kecil dibandingkan saat terjadinya redundancy dari router standby menuju router active yaitu, 10 second berbanding 26,2 second.
 - Pengimplementasian Redundancy Link Hot Standby Router Protocol IPv6 dapat menjadi sebuah solusi saat terjadinya link failure di dalam jaringan komputer dengan mendukungnya fitur failover terhadap router.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmansyah, M. Wahyudi, R. A. Purnama, and L. Pujiastuti, "Performance Analysis of Routing Enhanced Interior Gateway Routing Protocol Load Balancing for IPv6," in *2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2019, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICIC47613.2019.8985775.
- [2] S. Jia *et al.*, "Tracking the deployment of IPv6: Topology, routing and performance," *Comput. Networks*, vol. 165, p. 106947, 2019, doi: 10.1016/j.comnet.2019.106947.
- [3] S. Wardoyo, T. Ryadi, and R. Fahrizal, "Analisis Performa File Transport Protocol Pada Perbandingan Metode IPv4 Murni, IPv6 Murni dan Tunneling 6to4 Berbasis Router Mikrotik," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, p. 106, 2014, doi: 10.25077/jnte.v3n2.74.2014.
- [4] P. Hasan and P. wahyu purnawan, "Kajian Perbandingan Performansi Routing Protocol Ripng," *Kilat*, vol. 7, no. 1, pp. 1–90, 2018.
- [5] D. R. Al-Ani and A. R. Al-Ani, "The Performance of IPv4 and IPv6 in Terms of Routing Protocols using GNS 3 Simulator," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 130, pp. 1051–1056, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.04.147.
- [6] F. Li, X. Wang, T. Pan, and J. Yang, "A Case Study of IPv6 Network Performance: Packet Delay, Loss, and Reordering," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2017, 2017, doi:

- 10.1155/2017/3056475.
- [7] M. Wahyudi and Firmansyah, "Network Performance Optimization using Dynamic Enhanced Interior Routing Protocols Gateway Routing Protocol for IPv6 (EIGRPv6) and IPv6 Access Control List," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1830, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1830/1/012017.
- [8] Firmansyah, M. Wahyudi, and R. A. Purnama, "Protocol (VRRP) Dan CISCO Hot Standby Router Protocol (HSRP)," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*, 2018, pp. 764–769.
- [9] U. Anwar, J. Teng, H. A. Umair, and A. Sikander, "Performance analysis and functionality comparison of FHRP protocols," in *2019 IEEE 11th International Conference on Communication Software and Networks, ICCSN 2019*, 2019, pp. 111–115, doi: 10.1109/ICCSN.2019.8905333.
- [10] R. A. Purnama and F. Firmansyah, "Redundancy Gateway Menggunakan Metode Failover dan Load Sharing Gateway," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 22–31, 2020, doi: 10.33022/ijcs.v9i1.221.
- [11] F. Shahriar, S. Newaz, S. Z. Rashid, M. A. Rahman, and M. F. Rahman, "Designing a reliable and redundant network for multiple VLANs with Spanning Tree Protocol (STP) and Fast Hop Redundancy Protocol (FHRP)," *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2018, no. SEP, pp. 534–540, 2018.
- [12] A. Zemtsov, "Performance Evaluation of First Hop Redundancy Protocols for a Computer Networks of an Industrial Enterprise," in *2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019*, 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934315.
- [13] T. Li, B. Cole, P. Morton, and D. Li, "Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP)." 1998, [Online]. Available: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2281>.
- [14] M. Mansour, "Performance evaluation of first hop redundancy protocols," in *Procedia Computer Science*, 2020, vol. 177, pp. 330–337, doi: 10.1016/j.procs.2020.10.044.
- [15] F. Shahriar and J. Fan, "Performance Analysis of FHRP in a VLAN Network with STP," *2020 IEEE 3rd Int. Conf. Electron. Technol. ICET 2020*, pp. 814–818, 2020, doi: 10.1109/ICET49382.2020.9119624.

Biodata Penulis

Firmansyah, seorang anak yang dilahirkan di Ibu Kota Jakarta, Lulus pendidikan S1 (Teknik Informatika) di STMIK Nusa Mandiri Jakarta tahun 2014, dan lulus program pasca sarjana di tahun 2018 di STMIK Nusa Mandiri. Saat ini aktif sebagai dosen di Universitas Nusa Mandiri. Selain aktif sebagai dosen, sampai saat ini aktif sebagai assessor kompetensi BNSP, Instruktur Cisco Networking Academy, dan Trainer Mikrotik Academy.

Rachmat Adi Purnama, Tahun 1997 lulus dari Program Strata Satu (S1) Program Studi Sistem Informasi STMIK BUDI LUHUR Jakarta. Tahun 2010 lulus dari Program Strata Dua (S2) Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta. Tahun 2011 sudah tersertifikasi dosen dengan Jabatan Fungsional Akademik Lektor di Universitas Bina Sarana Informatika.

Anton, Lahir di Jakarta 16 April 1975. Meraih gelar Sarjana Komputer (S.Kom) di STMIK MH.Thamrin tahun 2002, Kemudian mendapatkan gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) di Universitas Budi Luhur tahun 2009. Saat ini bekerja sebagai dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusa Mandiri.

Rachmawati Darma Astuti, lahir di Jakarta tahun 1995, mulai mengajar di Universitas Bina Sarana Informatika pada tahun 2018 sampai sekarang. Selain mengajar saya juga menjadi Asesor Kompetensi di bidang Network Administrator Muda, Trainer Mikrotik dan juga Trainer CISCO di bawah naungan LSP Universitas Bina Sarana Informatika